

Las provincias malacológicas miocenas y recientes del Atlántico sudoccidental

Sérgio Martínez¹ & Claudia del Río²

¹ INGEPA, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay.

² Museo Argentino de Ciencias Naturales «B. Rivadavia», Sección Paleoinvertebrados, A. Gallardo 470 (1405) Buenos Aires, Argentina. e-mail: delrio@sinectis.com.ar

Resumen

Correspondencia

S. Martínez

e-mail: smart@fcien.edu.uy

Fax (+598-2)5258617

Recibido: 14 Enero 2002

Aceptado: 29 Abril 2002

Las Provincias Malacológicas Miocenas y actuales del Atlántico Sudoccidental están bien delimitadas de acuerdo con los coeficientes de asociación de Jaccard y de Simpson. La actual Provincia Argentina es considerada un Provinciatono (sensu Petuch 1988) entre la Magallánica y la Brasileña, y una de sus principales características es la presencia de elementos magallánicos, muy probablemente originados en el Sudeste del Océano Pacífico. Se propone como hipótesis que su presencia en el área comenzó a partir del desarrollo de la Corriente fría de Malvinas (Falkland), una vez establecida definitivamente la Corriente Circumpolar Antártica. La Provincia Argentina no representa una continuidad espacio-temporal de las asociaciones de moluscos que vivían en el Mioceno Tardío en la región. En esos tiempos, se encontraban establecidas las Provincias Valdesiana y Paranaiana, integradas fundamentalmente por elementos caribeños. Cuando estas unidades biogeográficas se desintegraron a causa del enfriamiento de las aguas provocado por la formación de la Corriente de Malvinas, los elementos tropicales retrajeron su distribución muy hacia el norte, donde aún hoy existen algunos representantes, o se extinguieron.

Palabras clave: Biogeografía, Paleobiogeografía, Mioceno Tardío, Atlántico Sudoccidental, Mollusca, Argentina, Uruguay.

Abstract

Miocene and modern malacological Provinces from southwestern Atlantic.

Southwestern Atlantic Recent and Miocene Malacological Provinces are recognized as properly delimited, according to Jaccard and Simpson association coefficients. The Recent Argentinean Province is considered a Provincetone between the Magellanic and the Brazilian Provinces, and one of its principal characteristics is the presence of magellanic elements most probably coming from the Southeastern Pacific. Its development happened after the Antarctic Circumpolar Current fully began to operate, originating the cold Malvinas (Falkland) Current. The Argentinean Province is not the geographic/temporal continuity of the molluscan assemblages that lived during Late Miocene times in the region. Instead, these latter associations constituted the Miocene Valdesian and Paranaian Provinces, mostly integrated by Caribbean elements. When these biogeographic units desintegrated because of the cooling of surface waters caused by the implantation of the Malvinas Current, the tropical elements did not stay in the high latitudes of the

Western Atlantic Ocean, but moved back northwards where are restricted today or became extinct.

Key words: Biogeography, Paleobiogeography, Late Miocene, Southwestern Atlantic, Argentina, Uruguay.

Introducción

Las asociaciones de moluscos de aguas someras son sensibles a numerosas variables, destacándose la temperatura a los efectos de los análisis regionales. Los gradientes térmicos son los que determinan fundamentalmente la disposición de las provincias malacológicas hoy en día (Valentine et al. 1978, Valentine & Jablonski 1985), y las evidencias disponibles indican que lo mismo sucedió en el pasado (ver por ejemplo Addicott 1966, 1968, 1969 a, b, 1970 a, b).

A lo largo del Atlántico Sur, se reconocen actualmente de norte a sur las Provincias Caribeña, Patagónica y Magallánica (Valentine 1973), o en el caso de aceptar la subdivisión de la primera, las Provincias Brasileña, Argentina (=Patagónica) y Magallánica (Scarabino 1977, Briggs 1995) (Figura 1). El gradiente térmico latitudinal está controlado por la Corriente Fría de Malvinas (=Falkland) (CM) que deriva de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA) hacia el norte, y por la corriente cálida del Brasil (CB) que corre en sentido opuesto (Boltovskoy 1979). Su zona de confluencia es amplia, hundiéndose la CM debajo de la CB, determinando la presencia de una masa de agua de temperatura intermedia, más fría hacia el sur, y más cálida hacia el norte. La Provincia Brasileña está claramente ligada entonces a la CB, la Magallánica a la CM en el Atlántico y a la Corriente de Humboldt en el Pacífico, y la Argentina resulta del área de confluencia de la CB y la CM (Figura 1).

Los patrones de circulación en el Atlántico sur se han modificado dramáticamente durante el Cenozoico, y la distribución actual de las asociaciones de moluscos refleja esos cambios. Un punto de inflexión en el modelo paleocirculatorio lo constituyó la apertura del Pasaje de Drake y el subsecuente desarrollo de la CCA (Shackleton & Kennet 1975a, b, Kennet 1977, 1980, Scasso & Castro 1999, Scasso et alii 2000). La influencia de ésta, y consecuentemente de la CM se hicieron sentir a partir del fin del Mioceno (Martínez & del Río, in press), momento durante el cual una gran extensión del territorio de Argentina y Uruguay fueron ocupados por el «mar entrerriense». Los depósitos dejados por esta transgresión marina hace ca. 10 MA (Scasso et alii 2001) corresponden a las formaciones Camacho (Uruguay), Paraná y Puerto Madryn (Argentina), portadores de una típica asociación de moluscos que constituyeron los últimos testigos de faunas tropicales en altas latitudes (Figura 2). Los moluscos de estas formaciones «entrerrienses» han sido estudiados detalladamente en sus aspectos sistemáticos por del Río (1991, 1992, 1994), Martínez (1994), del Río & Martínez (1998 a,

b), Martínez et al. (1998). Martínez (1989) y del Río (1990), asimismo, han realizado estudios paleobiogeográficos y paleoclimáticos, y últimamente Martínez & del Río (in press) propusieron la existencia en el Mioceno de dos provincias malacológicas para el área considerada (Figura 3). Ambas unidades, la Bioprovincia Valdesiana y la Paraniense presentan variaciones térmicas una con respecto a la otra, pero éstas siempre se encuentran dentro del espectro climático subtropical (paratropical sensu Petuch 1988).

No son conocidos con certeza depósitos fosilíferos del Plioceno en la zona Atlántica sudamericana, y no se cuenta hasta el momento con un estudio completo de las malacofaunas marinas cuaternarias, por lo que por el momento sólo es factible comparar directamente las faunas Miocenas con las actuales. Esta forzada situación presenta por otra parte un interés adicional, ya que ha sido propuesto que las faunas miocenas (Provincias Valdesiana y Paraniense de Martínez & del Río in press) representan los ancestros de la actual Provincia Argentina, ocupando ambas Provincias Miocenas un área topológicamente similar a la que ocupa la Bioprovincia Argentina en la actualidad. O dicho en términos inversos, la provincia Argentina para estos autores refleja solamente un cambio de límites de la distribución de antiguas provincias (Aguirre & Farinati 1997).

Los objetivos de este trabajo son: 1) establecer cómo se relacionan las provincias actuales Brasileña, Argentina y Magallánica de acuerdo a índices de asociación ya probados en otras latitudes, 2) establecer cómo se relacionan las provincias miocenas entre sí en base a esos mismos índices. 3) ver si puede sostenerse la derivación de las provincias actuales de las miocenas.

Material y métodos

Para el Mioceno fueron tomadas en cuenta 156 especies de bivalvos y gasterópodos pertenecientes a 95 géneros, a partir de del Río & Martínez (1998b) y Martínez et al. (1998). Otras consideraciones sobre estos depósitos pueden ser consultadas en del Río & Martínez (1998a) y Martínez & del Río (in press).

Las similitudes faunísticas fueron estimadas calculando los coeficientes de Simpson y Jaccard, mediante el programa PAST (Hammer et al. 2001). El coeficiente de Simpson se calcula como M/N_{\min} donde N_{\min} es el número menor de presencias de las dos localidades. El coeficiente de Jaccard se ha calculado como $M/(N_1+N_2-M)$, donde M corresponde al número de taxones compartidos, N_1 el número de taxones en la

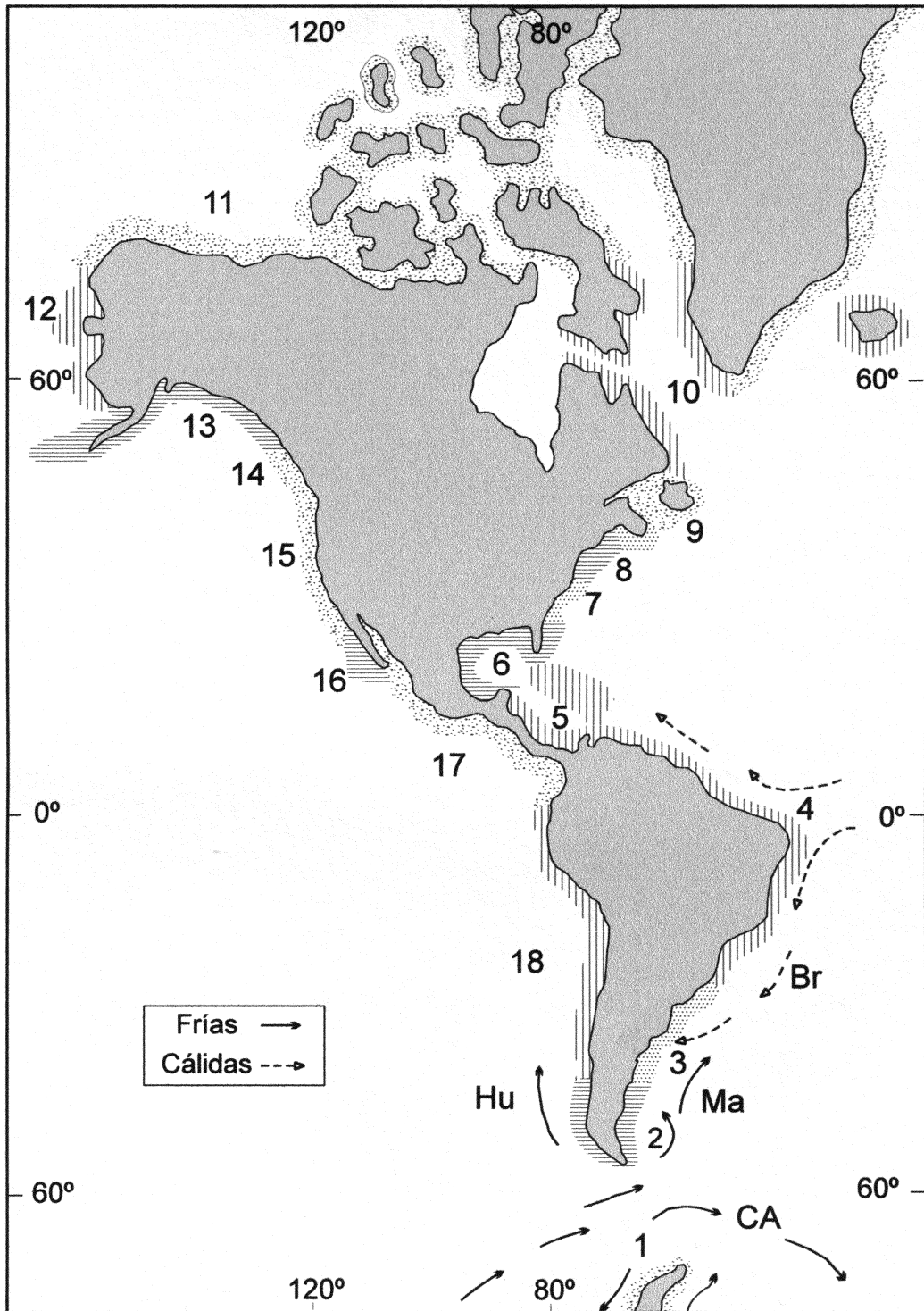


Figura 1. Provincias Malacológicas Recientes del continente americano (modificado de Valentine 1973 y Scarabino 1977) y corrientes oceánicas superficiales mencionadas en el texto. 1 - Antártica, 2- Magallánica, 3 - Argentina, 4- Brasileña, 5- Caribeña, 6- del Golfo, 7- Caroliniana, 8-Virginiana, 9- Nueva Escocia, 10- Labradoriana, 11- Ártica, 12- Bering, 13-Aleutiana, 14- Oregoniana, 15- Californiana, 16- Suriana, 17- Panameña, 18- Peruana.

CA =Corriente Circumpolar Antártica; Ma: Corriente de Malvinas, Hu: Corriente de Humboldt, Br: Corriente del Brasil.

Figure 1. Recent Malacological Provinces from the Americas (modified after Valentine 1973, and Scarabino 1977), and Surface Oceanic Currents mentioned in the text. 1 - Anctartic, 2- Magellanic, 3 - Argentinean, 4- Brazilian, 5- Caribbean, 6- Gulf, 7- Carolinian, 8-Virginian, 9- New Scotia, 10- Labradorian, 11- Arctic, 12- Beringian, 13-Aleutian, 14- Oregonian, 15- Californian, 16- Surian, 17- Panamic, 18- Peruvian.

CA = Anctartic Circumpolar Current; Ma: Malvinas Current, Hu: Humboldt Current, Br: Brazilian Current.

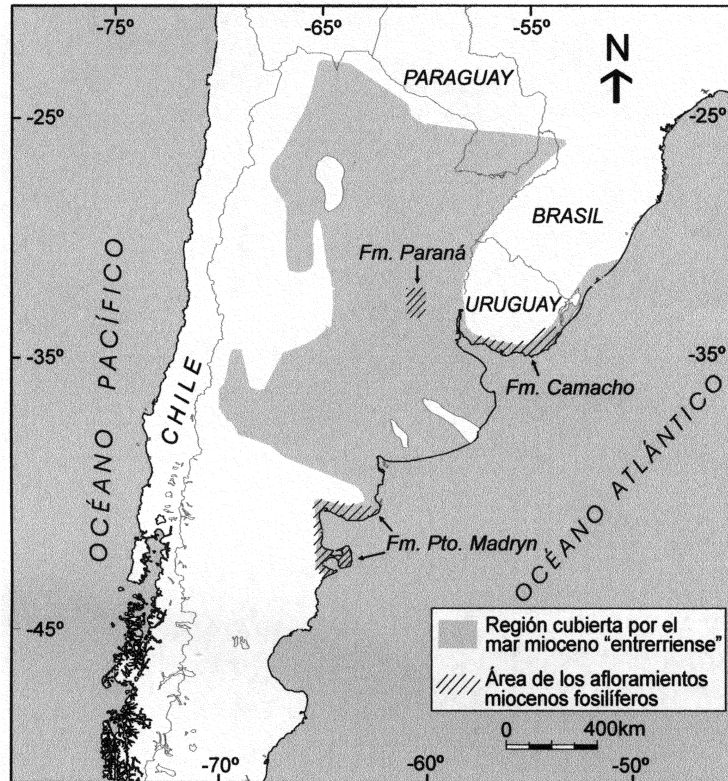


Figura 2. Área ocupada durante el Mioceno por el «mar entrerriense».
 Figure 2. «Entrerriense Sea» transgression area during Miocene times.

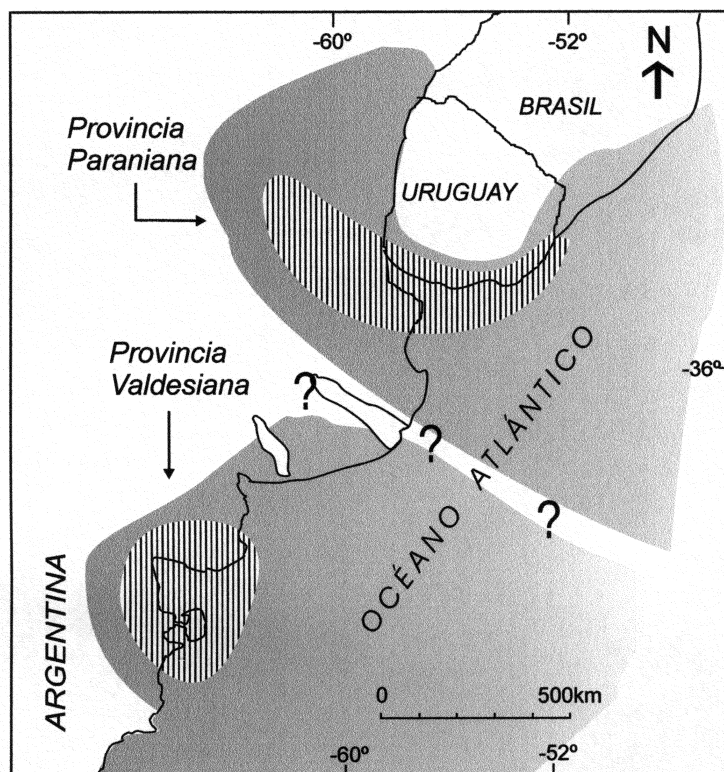


Figura 3 Provincias de Moluscos durante el Mioceno tardío en el Atlántico Sudoccidental (Martínez & del Río, in press). Rayado: extensión corroborada en el campo. Gris: extensión hipotética.
 Figure 3. Southwestern Atlantic Late Miocene Molluscan Provinces (Martínez & del Río, in press). Known extension stripped, hypothesized extension gray.

A. Coeficiente de Simpson

A1. Valdesiana-Paraniana = 0,6

A2.

	Magallánica	Argentina	Brasileña
Magallánica	1	0	0
Argentina	0,55	1	0
Brasileña	0,37	0,69	1

A3.

	Artica	Aleutiana	Oregoniana	Californiana	Suriana	Panámica
Artica	1					
Aleutiana	0,92	1				
Oregoniana	0,86	0,92	1			
Californiana	0,71	0,82	0,91	1		
Suriana	0,53	0,63	0,73	0,82	1	
Panámica	0,46	0,61	0,73	0,79	0,93	1

B. Coeficiente de Jaccard

B1. Valdesiana-Paraniana= 0,38

B2.

	Magallánica	Argentina	Brasileña
Magallánica	1		
Argentina	0,34	1	
Brasileña	0,15	0,38	1

B3.

	Artica	Aleutiana	Oregoniana	Californiana	Suriana	Panámica
Artica	1					
Aleutiana	0,41	1				
Oregoniana	0,24	0,55	1			
Californiana	0,16	0,38	0,7	1		
Suriana	0,12	0,28	0,5	0,68	1	
Panámica	0,16	0,17	0,32	0,42	0,51	1

Tabla 1. Géneros. A. coeficiente de Simpson para las Provincias Miocenas (A1), actuales del Atlántico Sudoccidental (A2) y actuales del Pacífico Nororiental (A3, según Campbell y Valentine, 1977). B. coeficiente de Jaccard para las Provincias Miocenas (B1), actuales del Atlántico Sudoccidental (B2) y actuales del Pacífico Nororiental (B3, según Campbell & Valentine 1977).

Table 1. Genera. A. Simpson Coefficient for (A1) Miocene Provinces, (A2) Recent Provinces of Southwestern Atlantic, (A3) Recent Provinces of Northeastern Pacific (A3, according to Campbell & Valentine 1977). B. Jaccard Coefficient for (B1) Miocene Provinces, (B2) Recent Provinces of Southwestern Atlantic, (B3) Recent Provinces of Northeastern Pacific (B3, according to Campbell & Valentine 1977).

provincia 1 y N_2 el número de taxones en la provincia 2. El coeficiente de Simpson trata como idénticas a dos asociaciones en el caso de que una sea un subconjunto de la otra, a diferencia del coeficiente de Jaccard, que contempla la riqueza de taxones. Esta situación es especialmente apropiada para planteamientos como el de este trabajo, ya que permite evaluar la incidencia de diferentes aspectos a partir de una misma base de datos. Ambos coeficientes tienen como valores mínimos y máximos 0 (no asociación) y 1 (identidad). Los

coeficientes de Jaccard y Simpson fueron ya usados por Campbell & Valentine (1977) en un estudio latitudinal y longitudinal de algunas provincias marinas del Pacífico Nororiental. La utilización por nuestra parte de los mismos coeficientes se justifica por sus diferentes propiedades (ver más arriba) y porque de este modo facilitamos la comparabilidad con el trabajo citado.

Ha sido demostrado que el uso de taxones de nivel genérico resulta apropiado y útil en los análisis neo- y paleo-

A. Coeficiente de Simpson

A1. Valdesiana-Paraniana = 0,26

A2.

	Magallánica	Argentina	Brasileña
Magallánica	1	0	0
Argentina	0,26	1	0
Brasileña	0,03	0,43	1

B. Coeficiente de Jaccard

Valdesiana-Paraniana = 0,13

B1.

B2.

	Magallánica	Argentina	Brasileña
Magallánica	1	0	0
Argentina	0,14	1	0
Brasileña	0,01	0,18	1

Tabla 2. Especies. A. coeficiente de Simpson para las Provincias Miocenas (A1) y actuales del Atlántico Sudoccidental (A2). B. coeficiente de Jaccard para las Provincias Miocenas (B1) y actuales del Atlántico Sudoccidental (B2).

Table 2. Species. Simpson Coefficient for Miocene Provinces (A1), and for Recent Provinces of Southwestern Atlantic (A2). B. Jaccard Coefficient for Miocene Provinces (B1), and for Recent Provinces of Southwestern Atlantic (B2).

A. Mioceno - Argentina = 12%

B.

	Magallánica	Argentina	Brasileña
Magallánica	100		
Argentina	32,2	100	
Brasileña	15,4	38	100

C. sobrevivientes en la Prov. Argentina = 37%

D. representación en el total de la Prov Argentina = 10%

Tabla 3. A. Porcentaje de géneros en común entre la fauna miocena y la Provincia Argentina. B. Porcentajes de géneros en común entre las Provincias actuales del Atlántico Sudoccidental. C. Porcentaje de géneros miocenos sobrevivientes en la Provincia Argentina. D. Representación de los géneros miocenos (porcentaje) en el total de la Provincia Argentina.

Table 3. A. Percentage of common genera between the Miocene and the Argentinean Province faunas. B. Percentage of common genera among Recent Provinces of the Southwestern Atlantic. C. Percentage of Miocene surviving genera in the Argentinean Province. D. Representation (percentage) of Miocene genera over the whole genera of the Argentinean Province.

A. Mioceno - Argentina = 2,5%

B.

	Magallánica	Argentina	Brasileña
Magallánica	100		
Argentina	13,2	100	
Brasileña	1,3	17,5	100

C. sobrevivientes en la Prov. Argentina = 8%

D. representación en el total de la Prov Argentina = 3,3%

Tabla 4. A. Porcentaje de especies en común entre la fauna miocena y la Provincia Argentina. B. Porcentajes de especies en común entre las Provincias actuales del Atlántico Sudoccidental. C. Porcentaje de especies miocenas sobrevivientes en la Provincia Argentina. D. Representación de las especies miocenas (porcentaje) en el total de la Provincia Argentina.

Table 4. A. Percentage of common species between the Miocene fauna and the Argentinean Province. B. Percentage of common species among Recent Provinces of the Southwestern Atlantic. C. Percentage of Miocene surviving species in the Argentinean Province. D. Representation (percentage) of Miocene species over the whole species of the Argentinean Province.

biogeográficos (v.gr. Campbell & Valentine 1977, Shen & Shi 2000) y ha sido empleado en nuestro análisis. Aunque el reconocimiento de especies es algunas veces dificultoso en el registro fósil, las hemos incluido en el estudio a fin de aumentar el número de comparaciones y su poder de resolución.

No se realizaron comparaciones directas mediante los coeficientes indicados entre las faunas miocenas y recientes, por considerar que parten de bases de datos no comparables (registro fósil vs. registro actual, grandes diferencias en número de taxones implicados), tanto en número de entradas como en tipo de muestreo. En su lugar realizamos cálculos más simples, como porcentaje de especies en común, porcentaje de taxones miocenos sobrevivientes en la Provincia Argentina, y qué porcentaje de ésta representan los taxones que vienen del Mioceno. Como un modo más de compensar las deficiencias del registro fósil, tomamos la fauna Miocena como un todo, sin subdividirla en Provincias, es decir, tomamos en este caso una base de datos unificada.

La base de datos de taxones recientes comprende 498 géneros y 1236 especies, y fue confeccionada en base a Carcelles (1944, 1950), Carcelles & Williamson (1951), Castellanos (1989-1992), Castellanos & Landoni (1988-1993), Figueiras & Sicardi (1968-1974, 1979, 1980), Landoni (1993), McLean (1984), Rios (1994), Scarabino (1977), Scarabino (2000), Pastorino (1993, 1994), Pastorino & Harasewych (2000), Pastorino & Penchaszadeh (1998) y Simone et al. (2000). Los taxones listados por los autores mencionados fueron detalladamente evaluados a los efectos de detectar sinonimias y depurarlas de menciones a grupos de aguas profundas o sin presencia de concha.

Resultados y Discusión

Los resultados se encuentran en las tablas 1 a 4, y serán resumidos y discutidos a continuación.

Las Provincias actuales

Las provincias del Atlántico SW se discriminan claramente por los coeficientes de Simpson y Jaccard tanto a nivel de géneros como de especies. Comparados con los resultados de Campbell & Valentine (1977) (géneros) para las provincias Norteamericanas del Pacífico, los coeficientes de similitud entre las provincias atlánticas de Sudamérica son más bajos. Esta diferencia puede atribuirse a diferentes criterios de los investigadores, quienes, en el caso de Norteamérica tenderían a establecer divisiones ante diferencias faunísticas más pequeñas, y viceversa. No puede explicarse por otra parte si se tratara de un mejor conocimiento de las faunas del hemisferio norte o de una tendencia a dividir más las unidades taxonómicas, ya que de todos modos esto se vería reflejado en índices de asociación más bajos.

Las Provincias Miocenas

Las provincias miocenas tienen una discriminación comparable con aquellas actuales que son contiguas, tomando en cuenta cualquier nivel taxonómico o índice. A nivel específico, se separan mejor según el coeficiente de Simpson las provincias miocenas que las actuales Argentina y Brasileña.

El comportamiento de los índices de similitud habilita a considerar las Provincias miocenas como bien delimitadas, y comparables con los valores que permiten separar a las provincias actuales. A pesar de ello, obviamente el registro fósil siempre va a carecer en mayor medida de información que el reciente, debiéndose tener en cuenta que existe una parte de los taxones fósiles que si bien existieron nunca han sido registrados. Por lo tanto, a pesar de la posibilidad teórica de comparar en forma directa provincias antiguas con las actuales, a los efectos de aumentar la fidelidad del registro fósil, y de sesgar los datos hacia una mayor similitud, hemos comparado en la sección siguiente la totalidad de la fauna Miocena (Provincias Valdesiana y Paraniana) con la actual Provincia Argentina, utilizando además cuantificaciones más simples, como ya fue indicado en Material y Métodos.

Comparación de la fauna Miocena con la actual Provincia Argentina

Todas las comparaciones realizadas muestran una similitud de baja a muy baja. Sin embargo, resultados anteriores presentados por Aguirre & Farinati (1997) indican que existe una «similitud» entre las faunas del Mioceno y las Cuaternarias, y que las actuales Provincias Magellánica y Argentina estaban ya desarrolladas en el Mioceno y que, debido a la presencia de un «óptimo climático», sus límites se hallaban desplazados hacia el sur. Lamentablemente, el mencionado trabajo carece de descripciones, ilustraciones o referencias que justifiquen las asignaciones taxonómicas, hecho especialmente problemático en lo referente a aquellas especies que las autoras consideran de rango temporal Mioceno-Reciente. Las conclusiones de Aguirre & Farinati (1997) entonces, carecen de un soporte fáctico claro, y no son susceptibles de ser corroboradas. Por ejemplo, nosotros ignoramos la razón por la cual las autoras consideran las siguientes especies con un rango temporal Mioceno-Reciente: *Nucula obliqua*, *Glycymeris longior*, *Mytilus edulis*, *Chlamys tehuelchus*, *Plicatula gibbosa*, *Raeta plicatella*, *Abra aequalis*, *Tivela isabelleana*, *Anomalocardia brasiliana*, *Corbula patagonica*, *Corbula lyoni*, *Panopea abbreviata*, *Barnea lamellosa*, *Calliostoma coppingeri*, *C. carcellesi*, *Littoridina australis*, *Crepidula protea*, *C. dilatata*, *Natica isabelleana*, *Epitonium georgettinum*, *Trophon geversianus*, *Costoanachis sertulariarum*, *Adelomelon beckii*, *Olivella tehuelcha*, *Olivancillaria urceus* y *Marginella martini*. De acuerdo con nuestras detalladas y actualizadas revisiones (del Río 1991, 1992, 1994, del Río & Martínez 1988b,

Martínez 1994, Martínez et al. 1988), consideramos que estas especies no existían en el Mioceno.

Las evidencias discutidas en Martínez & del Río (in press) señalan la existencia de las Provincias Valdesiana y Paraniense a lo largo del litoral Atlántico Suroccidental durante el Mioceno Tardío, no siendo éstas la prefiguración de las actuales Provincias Argentina y Magallánica. Los resultados del presente trabajo apuntan en la misma dirección. En primer lugar, hay un porcentaje muy bajo de especies o géneros compartidos entre las faunas miocenas y las provincias actuales, ya sea tomando en cuenta qué porcentaje representan los taxones que vienen del Mioceno en la Provincia Argentina, como el porcentaje de los taxones miocenos que sobrevivieron en ésta provincia. En segundo lugar, la Provincia Argentina tiene un considerable número de taxones en común con la adyacente Provincia Magallánica, conocidos como elementos Magallánicos. El origen de estos taxones compartidos es post-Miocénico (Martínez & del Río in press). En tercer lugar, el análisis composicional de las faunas miocenas de la Patagonia realizado por Martínez & del Río (in press), ha demostrado que los elementos Caribeños del Mioceno que dominaron estas asociaciones, lejos de permanecer en la región para dar lugar a las faunas recientes, se extinguieron o se desplazaron hacia el norte hacia el final del período. Finalmente, la existencia de la Provincia Argentina está ligada al desarrollo de la Provincia Magallánica en tiempos post-Miocenos, como consecuencia de los cambios neógenos en los patrones de paleocirculación oceánica (desarrollo de la CCA y CM ca 15 a ca 6 Ma atrás, ver: Crame 1999, 2000, Shackleton & Kennet 1975 a, b, Kennet 1977, 1980, Barker et al. 1982), momento en el que se formaron y permanecieron con modificaciones menores hasta el reciente. Por otra parte, estudios sobre decápodos y briozoos recientes (Vinuesa 1977, López-Gappa 2000) indican también que las faunas magallánicas que habitan gran parte de la plataforma argentina se originaron en el Pacífico.

Así las cosas, no hay evidencia de una prefiguración por parte de las provincias miocenas hacia las actuales. Las actuales Provincias que se sitúan a lo largo del litoral de Argentina, Uruguay y sur del Brasil son post-miocenas y la fauna de la Provincia Argentina puede considerarse un Provinciatio (sensu Petuch 1988) entre las Provincias Brasileña y Magallánica.

Conclusiones

Las actuales Provincias Brasileña, Argentina y Magallánica son unidades biogeográficas bien delimitadas. Las Provincias Valdesiana y Paraniense desarrolladas durante el Mioceno Tardío en un área similar a la ocupada por la actual Provincia Argentina, también son unidades geográficas bien delimitadas. Las provincias miocenas no prefiguran directamente la actual Provincia Argentina.

Referencias

- Aguirre ML & Farinati EA. 1997. Paleobiogeografía de las faunas de moluscos marinos del Neógeno y Cuaternario del Atlántico Sudoccidental. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 12: 93-112.
- Addicott WO. 1966. Late Pliocene marine paleoecology and zoogeography in Central California. *US Geological Survey Professional Paper* 523-C: 1-19.
- Addicott WO. 1968. Mid-Tertiary zoogeographic and paleogeographic discontinuities across the San Andrea Fault, California. In *Proceeding of Conference on geologic problems on San Andrea Fault system* (Dickinson WR & Grantz A, eds.). Stanford University Press, Geological Sciences 11, pp. 114-165
- Addicott WO. 1969a. Late Pliocene Mollusks from San Francisco Peninsula and their paleogeographic significance. *California Academy of Sciences, Proceedings* 37: 57-93.
- Addicott WO. 1969b. Tertiary climatic change, marginal Northeastern Pacific Ocean. *Science* 165: 583-586.
- Addicott WO. 1970a. Latitudinal gradients in Tertiary molluscan fauna of the Pacific coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 8: 287-312.
- Addicott WO. 1970b. Tertiary paleoclimatic trends in the San Joaquin basin, California. *US Geological Survey Professional Paper* 644-D: 1-19.
- Barker PF, Hill IA, Weaver SD & Pankhurst RJ. 1982. The origin of the eastern South Scotia Ridge as an intraoceanic island arc. In *Antarctic Geoscience Symposium on Antarctic Geology and Geophysics*. (Craddock C, ed.). Madison: University of Wisconsin Press, pp. 203-211.
- Boltovskoy E. 1979. Paleooceanografía del Atlántico Sud-occidental desde el Mioceno, según estudios foraminíferos. *Ameghiniana* 16: 357-389.
- Briggs JC. 1995. *Global Biogeography. Developments in Palaeontology and Stratigraphy* 14. Amsterdam: Elsevier.
- Campbell CA. & Valentine JW. 1977. Comparability of modern and ancient faunal provinces. *Paleobiology* 3: 49-57.
- Carcelles A. 1944. Catálogo de los moluscos marinos de Puerto Quequén (República Argentina). *Revista del Museo de La Plata, Nueva Serie, Zoología* 3: 233-309.
- Carcelles A. 1950. Catálogo de los moluscos marinos de la Patagonia. *Anales Nahuel Huapi* (Buenos Aires) 2: 41-100.
- Carcelles A & Williamson S. 1951. Catálogo de los moluscos marinos de la provincia Magallánica. *Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales (Ciencias Zoológicas)* 2: 225-383.

- Castellanos Z.J. 1989-1992. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica. 1989, Parte 4. 1990, Parte 5. 1992a, Parte 7. 1992b, Parte 8. La Plata: Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.
- Castellanos ZJ & Landoni NA. 1988-1993. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica. 1988, Parte 2. 1989, Parte 3. 1990, Parte 6. 1992, Parte 10. 1993a, Parte 11. 1993b, Parte 12. La Plata: Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.
- Crame JA. 1999. An evolutionary perspective on marine faunal connections between southernmost South America and Antarctica. *Scientia Marina* 63 (Supl. 1): 1-14.
- Crame JA. 2000. Evolution of taxonomic diversity gradients in the marine realm: evidence from the composition of Recent bivalve faunas. *Paleobiology* 26: 188-214.
- del Río CJ. 1990. Composición, Origen y Significado Paleoclimático de la malacofauna «Entrerriense» (Mioceno medio) de la Argentina. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Buenos Aires* 42: 205-224.
- del Río CJ. 1991. Revisión sistemática de los Bivalvos de la Formación Paraná (Mioceno Medio), Provincia de Entre Ríos -Argentina. *Monografías de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Buenos Aires* 7: 11-93.
- del Río CJ. 1992. Middle Miocene Bivalves of the Puerto Madryn Formation, Valdés Peninsula, Chubut Province, Argentina. (Nuculidae-Pectinidae), Part I. *Palaeontographica (A)* 225: 1-57.
- del Río CJ. 1994. Middle Miocene Bivalves of the Puerto Madryn Formation, Valdés Peninsula, Chubut Province, Argentina. (Lucinidae - Pholadidae), Part II. *Palaeontographica (A)* 231: 93-132.
- del Río CJ & Martínez S. 1998a. El Mioceno marino en la Argentina y en el Uruguay. In *Moluscos marinos Miocenos de la Argentina y del Uruguay* (del Río CJ, ed.). Buenos Aires: Monografías de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Buenos Aires 15, pp. 6-25.
- del Río CJ & Martínez S. 1998b. Clase Bivalvia. In *Moluscos marinos Miocenos de la Argentina y del Uruguay* (del Río CJ, ed.). Buenos Aires: Monografías de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Buenos Aires 15, pp. 48-83.
- Figueiras A & Sicardi OE. 1968-1974. Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*. 1968a, 2: 233-241. 1968b, 2: 255-273. 1969, 2: 355-376. 1970, 2: 407-421. 1970, 3: 15-22. 1970, 3: 25-34. 1972, 3: 101-127. 1973, 3: 169-186. 1973, 3: 259-286. 1974, 3: 323-352.
- Figueiras A & Sicardi OE. 1979. Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte X. Revisión actualizada de los moluscos marinos del Uruguay con descripción de las especies agregadas. Sección I - Polyplacophora - Scaphopoda - Bivalvia. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 5: 107-157.
- Figueiras A & Sicardi OE. 1980. Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte X. Revisión actualizada de los moluscos marinos del Uruguay con descripción de las especies agregadas. Sección II - Gastropoda y Cephalopoda. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 5: 179-272.
- Hammer Ø, Harper DAT & Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1), 9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Ihering H von. 1907. Les Mollusques fossiles du Tertiaire et du Cretace superieur de l'Argentine. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires (serie 3)* 7: 1-611.
- Kennet JP. 1977. Cenozoic evolution and Antarctic glaciation, the Circum-Antarctic Ocean and their impact on global Paleooceanography. *Journal of Geophysical Research* 82: 3843-3860.
- Kennet JP. 1980. Paleooceanographic and biogeographic evolution of the Southern ocean during the Cenozoic and Cenozoic microfossils datum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 31: 123-152.
- Landoni NA. 1993. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica. *Gastrópodos y Bibliografía*. La Plata: Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.
- López-Gappa J. 2000. Species richness of marine Bryozoa in the continental shelf and slope off Argentina (south-west Atlantic). *Diversity and Distributions* 6: 15-27.
- Martínez S. 1989. Los depósitos de la «transgresión entrerriana» (Mioceno de Argentina, Brasil y Uruguay). Comparación de sus principales áreas fosilíferas a través de los bivalvos y los gastrópodos. *Ameghiniana* 25: 23-29.
- Martínez S. 1994. Bioestratigrafía (invertebrados) de la Formación Camacho (Mioceno, Uruguay). Buenos Aires: Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires..
- Martínez S, del Río CJ & Reichler V. 1998. Clase Gastropoda: In *Moluscos marinos Miocenos de la Argentina y del Uruguay* (del Río CJ, ed.). Monografías Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Buenos Aires 15, pp. 26-47.
- Martínez S & del Río CJ. in press. Late Miocene molluscs from Southwestern Atlantic Ocean: a biogeographic analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

- McLean JH. 1984. Shell reduction and loss in fissurellids: a review of genera and species in the Fissurellidea group. *American Malacological Bulletin* 2: 21-34.
- Pastorino G. 1993. The taxonomic status of *Buccinanops d'Orbigny*, 1841 (Gastropoda: Nassariidae). *The Veliger* 36: 160-165.
- Pastorino G. 1994. Moluscos costeros recientes de Puerto Pirámide, Chubut, Argentina. *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina) Miscelánea* 93: 3-30.
- Pastorino G & Harasewych MG. 2000. A revision of the Patagonian genus *Xymenopsis* Powell, 1951 (Gastropoda: Muricidae). *The Nautilus* 114: 38-58.
- Pastorino G. & Penchaszadeh P. 1998. *Epitonium fabrizioi* (Gastropoda: Epitoniidae), a new species from Patagonia, Argentina. *The Nautilus* 112: 63-68.
- Petuch EJ. 1988. Neogene history of tropical american mollusks. Charlottesville: Coastal Education & Research Foundation.
- Rios E. de C. 1994. *Seashells of Brazil*. Rio Grande: Editora Fundação Universidade do Rio Grande.
- Scarabino V. 1977. Moluscos del Golfo San Matías (Provincia de Río Negro, República Argentina). *Inventario y claves para su identificación. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4: 177-285.
- Scarabino F. 2000. Lista de los moluscos del Río de la Plata y Océano Atlántico jurisdiccional del Uruguay. Montevideo: Reporte Técnico Inédito (disponible a pedido: fscara@dinara.gub.uy)
- Scasso RA & Castro LN. 1999. Cenozoic phosphatic deposits in North Patagonia, Argentina: Phosphogenesis, sequence-stratigraphy and paleoceanography. *Journal of South American Earth Sciences* 12: 471-487.
- Scasso RA, Castro LN & Tofalo OR. 2000. Phosphogenesis, sequence-stratigraphy and paleoceanography in Gaiman Formation phosphates, Argentina. 31st International Geological Congress, Río de Janeiro, Brasil. Abstract 2344 (CD ROM).
- Scasso RA, McArthur JM, del Río CJ, Martínez S & Thirlwall M.F. 2001. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Late Miocene age of fossil molluscs in the «Entrerriense» of the Valdés Peninsula (Chubut, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 14 : 319-327.
- Shackleton NJ & Kennet JP. 1975a. Paleotemperatures history of the Cenozoic and the initiation of Antarctic glaciation: oxygen and carbon isotopic analysis in DSDP 277, 279 and 281. *Deep Sea Drilling Project Reports* 29: 743.
- Shackleton NJ & Kennet JP. 1975b. Late Cenozoic oxygen and carbon isotopic changes. DSDP Site 284: Implication for glacial history of northern Hemisphere and Antarctica. *Deep Sea Drilling Project Report* 29: 801.
- Shen S & Shi GR. 2000. Wuchapingian (Early Lopingian, Permian) global brachiopod palaeobiogeography: a quantitative approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 162: 299-318.
- Simone LRL, Pastorino G & Penchaszadeh PE. 2000. *Crepidula argentina* (Gastropoda: Calyptraeidae), a new species from the littoral of Argentina. *The Nautilus* 114: 127-141.
- Valentine JW. 1973. *Evolutionary Paleocology of the Marine Biosphere*. New Jersey: Prentice Hall.
- Valentine JW & Jablonski D. 1985. Major determinants of the biogeographic pattern of the shallow-sea fauna. *Bulletin Societe Géologique France (serie 7)* 24: 893-899.
- Valentine JW, Foin TC & Peart D. 1978. A provincial model of Phanerozoic marine diversity. *Paleobiology* 4: 55-66.
- Vinuesa JH. 1977. Aportes al conocimiento de los crustáceos decápodos de Tierra del Fuego con algunas observaciones zoogeográficas. *Physis (A)* 36: 9-19.